



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

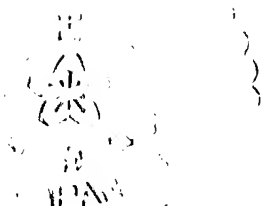
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 6 4 7 7
Application Number:

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 7 6 4 7 7]

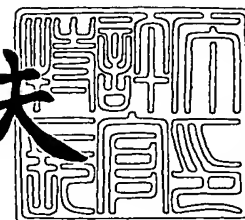
出 願 人 サ ン デ ン 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 Y-02199

【提出日】 平成14年12月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02M 7/48

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県伊勢崎市寿町 2 0 番地 サンデン株式会社内

【氏名】 廣野 大輔

【特許出願人】

【識別番号】 000001845

【氏名又は名称】 サンデン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100069981

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 精孝

【電話番号】 03-3508-9866

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008866

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9100504

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、

電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する接合温度演算手段と、
予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合温度とを比較し、
接合温度>制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段とを備える、

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】 モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、

電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、
予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失>制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段とを備える、

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項3】 モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、

電力変換器のスイッチング素子の温度を検出する温度検出手段と、
温度検出手段の検出温度がスイッチング素子の使用限界温度とこれよりも低い
所定温度との間にあるときに電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する
接合温度演算手段と、

温度検出手段の検出温度がスイッチング素子の使用限界温度とこれよりも低い
所定温度との間にあるときに予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算
された接合温度とを比較し、接合温度>制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度と
なるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段と、

温度検出手段の検出温度が所定温度以下のときに電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、



温度検出手段の検出温度が所定温度以下のときに予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失>制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段とを備える、

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項4】 モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、

電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、

電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する接合温度演算手段と、

予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失>制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段と、

前記比較時に損失 \leq 制限損失のとき或いは損失の低減処理によって損失 \leq 制限損失となったときに、続いて、予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合温度とを比較し、接合温度>制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段とを備える、

ことを特徴とするモータ制御装置。

【請求項5】 接合温度低減手段による接合温度の低減処理を、単位時間当たりのスイッチング回数を減少させる方法とスイッチング素子に流れる電流を減少させる方法の少なくとも一方によって行う、

ことを特徴とする請求項1, 3, 4の何れか1項に記載のモータ制御装置。

【請求項6】 損失低減手段による損失の低減処理を、単位時間当たりのスイッチング回数を減少させる方法とスイッチング素子に流れる電流を減少させる方法の少なくとも一方によって行う、

ことを特徴とする請求項2, 3, 4の何れか1項に記載のモータ制御装置。

【請求項7】 スwitching回数の減少を、PWM信号を生成する際に使用される基準搬送波の周波数を下げることによって行う、

ことを特徴とする請求項5または6に記載のモータ制御装置。

【請求項8】 電流の減少を、PWM信号のデューティ比を下げることによって行う、

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3 相インバータ等の電力変換器を用いてモータを P W M 制御により駆動するモータ制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 1 はモータ制御装置の従来例を示すもので、図中の 1 0 1 は 3 相ブラシレスモータ、1 0 2 はインバータ部、1 0 3 は直流電源、1 0 4 は駆動部、1 0 5 は制御部、1 0 6 は温度センサ、1 0 7 は温度検出部である。

【0 0 0 3】

インバータ部 1 0 2 はトランジスタ等から成る 3 対のスイッチング素子 U_s , X_s , V_s , Y_s , W_s , Z_s を有する。このインバータ部 1 0 2 は駆動部 1 0 4 からの駆動信号に基づいて各スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をオンオフ制御され、直流電源 1 0 3 からの直流電力を 3 相疑似交流電力に変換してモータ 1 0 1 の各コイル相 U_c , V_c , W_c に出力する。

【0 0 0 4】

制御部 1 0 5 はマイコン等から成り、回転数指令に基づき所定のモータ回転数を得るための P W M 信号を生成して駆動部 1 0 4 に送出する P W M 信号生成処理と、軸位置検出部 1 0 8 からの軸位置データに基づいて現在のモータ回転数を演算し現在のモータ回転数が回転数指令に基づく所定のモータ回転数となるように制御するモータ回転数フィードバック処理と、後述の過熱保護処理を行う。

【0 0 0 5】

温度センサ 1 0 6 はインバータ部 1 0 2 のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の温度を検出し、温度検出部 1 0 7 はその検出信号を A / D 変換して制御部 1 0 5 に送出する。この温度センサ 1 0 6 はサーミスタ等を用いたセンサから成り、スイッチング素子の温度が検出可能な位置、例えばスイッチング素子が搭載された基板の素子近傍や素子パッケージの表面等に配置されている。

【0006】

軸位置センサ108はモータ101の回転子の位置を検出し、軸位置検出部109はその検出信号をA/D変換して制御部105に送出する。この軸位置センサ10はレゾルバやロータリーエンコーダ等から成り、モータ11の回転子にその検出部位を連結されている。

【0007】

前記温度センサ106はインバータ部102のスイッチング素子の過熱保護を目的として設けられたものであり、前記のモータ制御装置では温度センサ106で検出された温度が予め規定された温度許容範囲の上限を越えたときにモータ101の運転を停止する制御を行っている。

【0008】

【特許文献1】

特開2002-186171号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前述のモータ制御装置は、温度センサ106で検出された温度のみに基づいて過熱保護処理を行うものであり、実際にはスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の動作に何ら問題が生じ得ない温度状態でもモータ101の運転が強制的に停止されてしまうため、スイッチング素子それ自体が持つ能力を十分に活用できず、結果的に必要以上にモータの運転範囲を狭めてしまう不具合がある。

【0010】

本発明は前記事情に鑑みて創作されたもので、3相インバータ等の電力変換部のスイッチング素子とその熱的限界まで活用することでモータの運転範囲を拡大することができるモータ制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため、本発明のモータ制御装置は、モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する接合温度演算手段と、予め

設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合温度とを比較し、接合温度 $>$ 制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段とを備える、ことをその特徴とする。

【0 0 1 2】

このモータ制御装置によれば、予め設定された制限温度 T_s と演算された接合温度とを比較して、接合温度 $>$ 制限温度のときには接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行っているので、検出温度に拘わらずスイッチング素子をその使用限界温度まで効率的に活用してモータの運転範囲を拡大することができる。

【0 0 1 3】

また、本発明のモータ制御装置は、モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失 $>$ 制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段とを備える、ことをその主たる特徴とする。

【0 0 1 4】

このモータ制御装置によれば、予め設定された制限損失と演算された損失とを比較して、損失 $>$ 制限損失のときには損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行っているので、検出温度に拘わらずスイッチング素子をその使用限界温度まで効率的に活用してモータの運転範囲を拡大することができる。

【0 0 1 5】

さらに、本発明のモータ制御装置は、モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、電力変換器のスイッチング素子の温度を検出する温度検出手段と、温度検出手段の検出温度がスイッチング素子の使用限界温度とこれよりも低い所定温度との間にあるときに電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する接合温度演算手段と、温度検出手段の検出温度がスイッチング素子の使用限界温度とこれよりも低い所定温度との間にあるときに予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合



温度とを比較し、接合温度 $>$ 制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段と、温度検出手段の検出温度が所定温度以下のときに電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、温度検出手段の検出温度が所定温度以下のときに予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失 $>$ 制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段とを備える、ことをその主たる特徴とする。

【0016】

このモータ制御装置によれば、温度検出手段の検出温度がスイッチング素子の使用限界温度とこれよりも低い所定温度との間にあるときは、予め設定された制限温度と演算された接合温度とを比較して、接合温度 $>$ 制限温度のときには接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行い、一方、温度検出手段の検出温度が所定温度以下のときは、予め設定された制限損失と演算された損失とを比較して、損失 $>$ 制限損失のときには損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行っているので、検出温度に拘わらずスイッチング素子をその使用限界温度まで効率的に活用してモータの運転範囲を拡大することができる。

【0017】

さらに、本発明のモータ制御装置は、モータを3相インバータ等の電力変換器を用いPWM制御によって駆動するモータ制御装置であって、電力変換器のスイッチング素子の損失を演算する損失演算手段と、電力変換器のスイッチング素子の接合温度を演算する接合温度演算手段と、予め設定された制限損失と損失演算手段で演算された損失とを比較し、損失 $>$ 制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行う損失低減手段と、前記比較時に損失 \leq 制限損失のとき或いは損失の低減処理によって損失 \leq 制限損失となったときに、続いて、予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合温度とを比較し、接合温度 $>$ 制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行う接合温度低減手段とを備える、ことをその主たる特徴とする。

【0018】

このモータ制御装置によれば、予め定められた制限損失と損失演算手段で演算

された損失とを比較し、損失 $>$ 制限損失のときに損失 \leq 制限損失となるように損失の低減処理を行うと共に、比較時に損失 \leq 制限損失のとき或いは損失の低減処理によって損失 \leq 制限損失となったときに、続いて、予め設定された制限温度と接合温度演算手段で演算された接合温度とを比較し、接合温度 $>$ 制限温度のときに接合温度 \leq 制限温度となるように接合温度の低減処理を行っているので、検出温度に拘わらずスイッチング素子をその使用限界温度まで効率的に活用してモータの運転範囲を拡大することができる。

【0019】

本発明の前記目的とそれ以外の目的と、構成特徴と、作用効果は、以下の説明と添付図面によって明らかとなる。

【0020】

【発明の実施の形態】

図2は本発明に係るモータ制御装置の一実施形態を示すもので、図中の1は3相ブラシレスモータ、2はインバータ部、3は直流電源、4は駆動部、5は制御部、6は温度センサ、7は温度検出部、8は電流センサ、9は電流検出部、10は電圧センサ、11は電圧検出部、12は軸位置センサ、13は軸位置検出部である。

【0021】

インバータ部2はトランジスタ等から成る3対のスイッチング素子 U_s 、 X_s 、 V_s 、 Y_s 、 W_s 、 Z_s を有する。このインバータ部2は駆動部4からの駆動信号に基づいて各スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をオンオフ制御され、直流電源3からの直流電力を3相疑似交流電力に変換してモータ1の各コイル相 U_c 、 V_c 、 W_c に出力する。

【0022】

制御部5はマイコン等から成り、回転数指令に基づき所定のモータ回転数を得るためのPWM信号を生成して駆動部4に送出するPWM信号生成処理と、軸位置検出部11からの軸位置データに基づいて現在のモータ回転数を演算し現在のモータ回転数が回転数指令に基づく所定のモータ回転数となるように制御するモータ回転数フィードバック処理と、後に詳述する運転範囲制限処理を行う。

【0023】

温度センサ6はインバータ部2のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の温度を検出し、温度検出部7はその検出信号をA/D変換して制御部5に送出する。この温度センサ6はサーミスタ等を用いた周知のセンサから成り、スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の温度が検出可能な位置、例えばスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ が搭載された基板の素子近傍や素子パッケージの表面等に配置されている。

【0024】

電流センサ8は直流電源3からインバータ部2に流れる電流を検出し、電流検出部9はその検出信号をA/D変換して制御部5に送出する。この電流センサ8はシャント抵抗等を用いた周知のセンサから成り、直流電源3からインバータ部2への電源線に設けられている。

【0025】

電圧センサ10は直流電源3からインバータ部2に流れる電圧を検出し、電圧検出部11はその検出信号をA/D変換して制御部5に送出する。この電圧センサ10は分圧抵抗等を用いた周知のセンサから成り、直流電源3からインバータ部2への電源線に設けられている。

【0026】

軸位置センサ12はモータ1の回転子の位置を検出し、軸位置検出部13はその検出信号をA/D変換して制御部5に送出する。この軸位置センサ12はレゾルバやロータリーエンコーダ等から成り、モータ1の回転子にその検出部位を連結されている。尚、モータ1として軸位置センサ12を有しないセンサレスタイプのものを用い、インバータ部2からモータ1の各コイル相に出力される相電流、または、相電流及び相電圧を検出するセンサを設けこのセンサからの信号に基づいて制御部5内でモータ回転数を演算する処理を行う場合には、前記軸位置センサ12は除外しても構わない。

【0027】

ここで前述のモータ制御装置で実施される運転範囲制限処理について説明する。

【0028】



図3及び図4は第1の運転範囲制限方法を示すもので、図3は運転範囲制限処理に係るフローチャート、図4はスイッチング素子の動作領域を示す図である。

【0029】

因みに、図4の T_d は温度センサ6の検出温度、 $T_s - T_j$ は所定の制限温度 T_s から演算により得たスイッチング素子の接合温度 T_j を減じた値、 X_1 は接合温度制限線、 OR_1 は接合温度制限線 X_1 の下側に形成されたスイッチング素子の動作領域（図中の網掛け部分）である。接合温度制限線 X_1 はスイッチング素子の使用限界温度 Max 、例えば $150^{\circ}C$ から低温域に向かって図中左上がりの勾配を有する。

【0030】

この第1の運転範囲制限方法は、スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を演算しこの接合温度 T_j が図4の動作領域 OR_1 に位置するように制御することをその特徴とする。

【0031】

詳しくは、図3のフローチャートに示すように、まず、今現在のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を、

$$T_j = T_d + (R_h \times L_o) \cdots \text{式1}$$

の式により演算する（ステップS1）。

【0032】

因みに、式1における T_d は温度センサ6の検出温度、 R_h は温度センサ6及びスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合部間の熱抵抗（ $^{\circ}C/W$ ）、 L_o はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失である。

【0033】

式1における熱抵抗 R_h は使用する温度センサ6及びスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様により予め知ることができる。また、式1の損失 L_o はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ のオンオフ時の損失 L_{o1} とスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和（ $L_o = L_{o1} + L_{o2}$ ）であり、前者の損失 L_{o1} は、

$$L_{o1} = N_s \times f \text{（電圧，電流）} \cdots \text{式2}$$

の式により演算できる。

【0034】

因みに、式2における N_s は単位時間当たりのスイッチング回数、 f （電圧、電流）は $f = \alpha$ （定数） \times 電圧 \times 電流として書き表すこともできる電圧と電流の関数であり、スイッチング回数 N_s は制御部5から駆動部4に送出されるPWM信号生成用の制御信号に基づいて知ることができ、電流は電流検出部9から制御部5に入力される電流データに基づいて知ることができ、電圧は電圧検出部11から制御部5に入力される電圧データに基づいて知ることができる。

【0035】

一方、後者の L_o2 はスイッチング素子としてFETを使用した場合とトランジスタやIGBTを使用した場合とで求め方が異なるが、FETを使用した場合には、

$$L_o2 = R_s \times I_s^2 \dots \text{式3}$$

の式により演算でき、また、スイッチング素子としてトランジスタやIGBTを使用した場合には、

$$L_o2 = V_{cesat} \times I_s \dots \text{式4}$$

の式により演算できる。

【0036】

因みに、式3における R_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の抵抗値、 I_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ に流れる電流であり、抵抗値 R_s は使用するスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様により予め知ることができ、電流 I_s は電流検出部9から制御部5に入力される電流データに基づいて知ることができる。また、式4における V_{cesat} はトランジスタのコレクタとエミッタの間のオン電圧、 I_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ に流れる電流であり、オン電圧 V_{cesat} は電圧検出部11から制御部5に入力される電圧データに基づいて知ることができ、電流 I_s は電流検出部9から制御部5に入力される電流データに基づいて知ることができる。

【0037】

次に、図4の接合温度制限線X1によって規定された制限温度 T_s と演算により得た接合温度 T_j とを比較し（ステップS2）、 $T_j \leq T_s$ のときにはステッ

プS1に戻り、 $T_j > T_s$ のときには続いて接合温度 T_j の低減処理を行う（ステップS3）。前記の制限温度 T_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって予め設定されたもので、例えば 150°C である。

【0038】

この接合温度 T_j の低減処理は前記式1における損失 L_o を減少させる方法、具体的には前記式2におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式3または式4における電流 I_s を減少させる方法の一方または両方によって行う。

【0039】

前記のスイッチング回数 N_s の減少は、所定のモータ回転数を得るためのPWM信号を生成する際に使用される基準搬送波の周波数を下げることによって行う。図5（A）に示すように基準変調波（三角波）CWに出力設定信号CSを重畳させることでPWM信号MSを生成するPWM方法では、図4（B）に示すように基準変調波CWの周波数を下げることでスイッチング回数 N_s を減少させることが可能であり、この場合は基準変調波CWの周波数が下がるだけで出力信号MSの実効電圧値は変わらないのでモータ回転数は変わらない。

【0040】

また、前記の電流 I_s の減少は、生成されたPWM信号のデューティ（DUTY）比を下げることによって行う。図5（A）に示したPWM信号生成を行う場合には、生成されたPWM信号MSのハイレベル部分の時間幅を狭くすることで電流 I_s を減少させることが可能であり、この場合は出力信号MSの実効電圧値が低下するためモータ回転数は低下する。

【0041】

この接合温度 T_j の低減処理によって $T_j \leq T_s$ となったときにはステップS1に戻り（ステップS4）、以後も同様の手順を繰り返す。

【0042】

この第1の運転範囲制限方法によれば、予め設定された制限温度 T_s と演算された接合温度 T_j とを比較して、 $T_j > T_s$ のときには $T_j \leq T_s$ となるように接合温度 T_j の低減処理を行っているので、検出温度 T_d に拘わらずスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をその使用限界温度 M_{ax} まで効率的に活用してモータ1の運

転範囲を拡大することができる。

【0043】

図6及び図7は第2の運転範囲制限方法を示すもので、図6は運転範囲制限処理に係るフローチャート、図7はスイッチング素子の動作領域を示す図である。

【0044】

因みに、図7の T_d は温度センサ6の検出温度、 L_o は演算により得たスイッチング素子の損失、 X_2 は損失制限線、 OR_2 は損失制限線 X_2 の下側に形成されたスイッチング素子の動作領域（図中の網掛け部分）である。損失制限線 X_2 はスイッチング素子の使用限界温度 Max 、例えば $150^{\circ}C$ から低温域に向かって一定の値を有する。

【0045】

この第2の運転範囲制限方法は、スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失 L_o を演算しこの損失 L_o が図7の動作領域 OR_2 に位置するように制御することをその特徴とする。

【0046】

詳しくは、図6のフローチャートに示すように、まず、今現在のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失 L_o を演算する（ステップS11）。ここでの損失 L_o はスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和（ $L_o = L_{o1} + L_{o2}$ ）であり、 L_{o1} は前記式2により求め、 L_{o2} は前記式3または式4により求める。

【0047】

次に、図7の損失制限線 X_2 によって規定された制限損失 L_s と演算により得た損失 L_o とを比較し（ステップS12）、 $L_o \leq L_s$ のときにはステップS11に戻り、 $L_o > L_s$ のときには続いて損失 L_o の低減処理を行う（ステップS13）。前記の制限損失 L_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって予め設定されたものである。

【0048】

この損失 L_o の低減処理は、前記式2におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式3または式4における電流 I_s を減少させる方法の一方または



両方によって行う。スイッチング回数 N_s を減少させる方法と電流 I_s を減少させる方法については先に説明した通りであるのでその説明を省略する。

【0049】

この損失 L_o の低減処理によって $L_o \leq L_s$ となったときにはステップ S11に戻り（ステップ S14）、以後も同様の手順を繰り返す。

【0050】

この第2の運転範囲制限方法によれば、予め設定された制限損失 L_s と演算された損失 L_o とを比較して、 $L_o > L_s$ のときには $L_o \leq L_s$ となるように損失 L_o の低減処理を行っているので、検出温度 T_d に拘わらずスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をその使用限界温度 Max まで効率的に活用してモータ1の運転範囲を拡大することができる。

【0051】

図8及び図9は第3の運転範囲制限方法を示すもので、図8は運転範囲制限処理に係るフローチャート、図9はスイッチング素子の動作領域を示す図である。

【0052】

因みに、図9の T_d は温度センサ6の検出温度、 $T_s - T_j$ は所定の制限温度 T_s から演算により得たスイッチング素子の接合温度 T_j を減じた値、 L_o は演算により得たスイッチング素子の損失、 X_1 は接合温度制限線、 X_2 は損失制限線、 OR_3 は接合温度制限線 X_1 と損失制限線 X_2 の下側に形成されたスイッチング素子の動作領域（図中の網掛け部分）である。接合温度制限線 X_1 はスイッチング素子の使用限界温度 Max 、例えば 150°C から低温域に向かって図中左上がりの勾配を有し、損失制限線 X_2 はスイッチング素子の使用限界温度 Max から低温域に向かって一定の値を有しており、両制限線 X_1 、 X_2 は使用限界温度 Max よりも低い所定の温度 T_1 、例えば 25°C において交差している。

【0053】

この第3の運転範囲制限方法は、温度センサ6の検出温度 T_d が使用限界温度 Max と所定温度 T_1 の間にあるときにはスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を演算しこの接合温度 T_j が図9の動作領域 OR_3 の T_1 よりも右側部分に位置するように制御し、温度センサ6の検出温度 T_d が所定温度 T_1 以下のと

きにはスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失 L_o を演算しこの損失 L_o が図 9 の動作領域 OR_3 の T_1 よりも左側部分に位置するように制御することをその特徴とする。

【0054】

詳しくは、図 8 のフローチャートに示すように、温度センサ 6 の検出温度 T_d と所定温度 T_1 とを比較し（ステップ S_{21} ）、 $T_d > T_1$ のときにはステップ S_{22} に移行し、 $T_d \leq T_1$ のときにはステップ S_{26} に移行する。

【0055】

$T_d > T_1$ のときには、今現在のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を前記式 1 によって演算する（ステップ S_{22} ）。前記式 1 の損失 L_o はスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和（ $L_o = L_{o1} + L_{o2}$ ）であり、 L_{o1} は前記式 2 により求め、 L_{o2} は前記式 3 または式 4 により求める。

【0056】

次に、図 9 の接合温度制限線 X_1 によって規定された制限温度 T_s と演算により得た接合温度 T_j とを比較し（ステップ S_{23} ）、 $T_j \leq T_s$ のときにはステップ S_{21} に戻り、 $T_j > T_s$ のときには続いて接合温度 T_j の低減処理を行う（ステップ S_{24} ）。前記の制限温度 T_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって予め設定されたもので、例えば 150°C である。

【0057】

この接合温度 T_j の低減処理は前記式 1 における損失 L_o を減少させる方法、具体的には前記式 2 におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式 3 または式 4 における電流 I_s を減少させる方法の一方または両方によって行う。スイッチング回数 N_s を減少させる方法と電流 I_s を減少させる方法については先に説明した通りであるのでその説明を省略する。

【0058】

この接合温度 T_j の低減処理によって $T_j \leq T_s$ となったときにはステップ S_{21} に戻り（ステップ S_{25} ）、以後も同様の手順を繰り返す。

【0059】

一方、ステップ S_{21} で $T_d \leq T_1$ のときには、今現在のスイッチング素子 U

s ~ Z s の損失 L_o を演算する (ステップ S 2 6)。ここでの損失 L_o はスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和 ($L_o = L_{o1} + L_{o2}$) であり、 L_{o1} は前記式 2 により求め、 L_{o2} は前記式 3 または式 4 により求める。

【0060】

次に、図 9 の損失制限線 X 2 によって規定された制限損失 L_s と演算により得た損失 L_o とを比較し (ステップ S 2 7)、 $L_o \leq L_s$ のときにはステップ S 2 1 に戻り、 $L_o > L_s$ のときには続いて損失 L_o の低減処理を行う (ステップ S 2 8)。前記の制限損失 L_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって予め設定されたものである。

【0061】

この損失 L_o の低減処理は、前記式 2 におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式 3 または式 4 における電流 I_s を減少させる方法の一方または両方によって行う。スイッチング回数 N_s を減少させる方法と電流 I_s を減少させる方法については先に説明した通りであるのでその説明を省略する。

【0062】

この損失 L_o の低減処理によって $L_o \leq L_s$ となったときにはステップ S 2 1 に戻り (ステップ S 2 9)、以後も同様の手順を繰り返す。

【0063】

この第 3 の運転範囲制限方法によれば、温度センサ 6 の検出温度 T_d が所定温度 T_1 よりも大きく、且つ、スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の使用限界温度 M_{ax} 以下にある状態では、予め設定された制限温度 T_s と演算された接合温度 T_j とを比較して、 $T_j > T_s$ のときには $T_j \leq T_s$ となるように接合温度 T_j の低減処理を行い、一方、温度センサ 6 の検出温度 T_d が所定温度 T_1 以下にある状態では、予め設定された制限損失 L_s と演算された損失 L_o とを比較して、 $L_o > L_s$ のときには $L_o \leq L_s$ となるように損失 L_o の低減処理を行っているので、検出温度 T_d に拘わらずスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をその使用限界温度 M_{ax} まで効率的に活用してモータ 1 の運転範囲を拡大することができる。

【0064】

図 10 及び図 11 は第 4 の運転範囲制限方法を示すもので、図 10 は運転範囲



制限処理に係るフローチャート、図 11 はスイッチング素子の動作領域を示す図である。

【0065】

因みに、図 11 の T_d は温度センサ 6 の検出温度、 $T_s - T_j$ は所定の制限温度 T_s から演算により得たスイッチング素子の接合温度 T_j を減じた値、 L_o は演算により得たスイッチング素子の損失、 X_1 は接合温度制限線、 X_2 は損失制限線、 OR_4 は接合温度制限線 X_1 と損失制限線 X_2 の下側に形成されたスイッチング素子の動作領域（図中の網掛け部分）である。接合温度制限線 X_1 はスイッチング素子の使用限界温度 Max 、例えば 150°C から低温域に向かって図中左上がりの勾配を有し、損失制限線 X_2 はスイッチング素子の使用限界温度 Max から低温域に向かって一定の値を有しており、両制限線 X_1 、 X_2 は使用限界温度 Max よりも低い所定の温度、例えば 25°C において交差している。

【0066】

この第 4 の運転範囲制限方法は、スイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失 L_o を演算しこの損失 L_o が制限損失 L_s よりも大きいときに図 11 の動作領域 OR_4 に位置するように制御すると共に、損失 L_o が制限損失 L_s 以下のときにスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を演算しこの接合温度 T_j が図 11 の動作領域 OR_4 に位置するように制御することをその特徴とする。

【0067】

詳しくは、図 10 のフローチャートに示すように、まず、今現在のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の損失 L_o を演算する（ステップ S31）。ここでの損失 L_o はスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和（ $L_o = L_{o1} + L_{o2}$ ）であり、 L_{o1} は前記式 2 により求め、 L_{o2} は前記式 3 または式 4 により求める。

【0068】

次に、図 11 の損失制限線 X_2 によって規定された制限損失 L_s と演算により得た損失 L_o とを比較し（ステップ S32）、 $L_o \leq L_s$ のときにはステップ S35 に移行し、 $L_o > L_s$ のときには続いて損失 L_o の低減処理を行う（ステップ S33）。前記の制限損失 L_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって

予め設定されたものである。

【0069】

この損失 L_o の低減処理は、前記式 2 におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式 3 または式 4 における電流 I_s を減少させる方法の一方または両方によって行う。スイッチング回数 N_s を減少させる方法と電流 I_s を減少させる方法については先に説明した通りであるのでその説明を省略する。

【0070】

この損失 L_o の低減処理によって $L_o \leq L_s$ となったとき（ステップ S 3 4）、或いは、前記ステップ S 3 2 で $L_o \leq L_s$ のときは、続いて、今現在のスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の接合温度 T_j を前記式 1 によって演算する（ステップ S 3 5）。前記式 1 の損失 L_o はスイッチング素子に流れる電流による損失 L_{o2} との和（ $L_o = L_{o1} + L_{o2}$ ）であり、 L_{o1} は前記式 2 により求め、 L_{o2} は前記式 3 または式 4 により求める。

【0071】

次に、図 1 1 の接合温度制限線 X_1 によって規定された制限温度 T_s と演算により得た接合温度 T_j とを比較し（ステップ S 3 6）、 $T_j \leq T_s$ のときにはステップ S 3 1 に戻り、 $T_j > T_s$ のときには続いて接合温度 T_j の低減処理を行う（ステップ S 3 7）。前記の制限温度 T_s はスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ の仕様によって予め設定されたもので、例えば 150°C である。

【0072】

この接合温度 T_j の低減処理は前記式 1 における損失 L_o を減少させる方法、具体的には前記式 2 におけるスイッチング回数 N_s を減少させる方法と前記式 3 または式 4 における電流 I_s を減少させる方法の一方または両方によって行う。スイッチング回数 N_s を減少させる方法と電流 I_s を減少させる方法については先に説明した通りであるのでその説明を省略する。

【0073】

この接合温度 T_j の低減処理によって $T_j \leq T_s$ となったときにはステップ S 3 1 に戻り（ステップ S 3 8）、以後も同様の手順を繰り返す。

【0074】

この第4の運転範囲制限方法によれば、予め設定された制限損失 L_s と演算された損失 L_o とを比較して、 $L_o > L_s$ のときには $L_o \leq L_s$ となるように損失 L_o の低減処理を行うと共に、前記比較時に $L_o \leq L_s$ のとき或いは損失 L_o の低減処理によって $L_o \leq L_s$ となったときには、続いて、予め設定された制限温度 T_s と演算された接合温度 T_j とを比較して、 $T_j > T_s$ のときには $T_j \leq T_s$ となるように接合温度 T_j の低減処理を行っているので、検出温度 T_d に拘わらずスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をその使用限界温度 M_{ax} まで効率的に活用してモータ1の運転範囲を拡大することができる。

【0075】

尚、前述の説明ではインバータ部2によって3相ブラシレスモータ1を駆動するものを例示したが、リラクタンスモータやインダクションモータ等の他のモータを駆動するインバータを備えるモータ制御装置に前述の運転範囲制限方法を適用しても前記と同様の作用効果を得ることができる。

【0076】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、電力変換部のスイッチング素子をその使用限界温度まで効率的に活用してモータの運転範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来のモータ制御装置を示すブロック図

【図2】

本発明に係るモータ制御装置を示すブロック図

【図3】

図2のモータ制御装置で実施される第1の運転範囲制限方法を示すフローチャート

【図4】

第1の運転範囲制限方法に係るスイッチング素子の動作領域を示す図

【図5】

第1の運転範囲制限方法に係るスイッチング回数を減少させる方法の説明図

【図 6】

図 2 のモータ制御装置で実施される第 2 の運転範囲制限方法を示すフローチャート

【図 7】

第 2 の運転範囲制限方法に係るスイッチング素子の動作領域を示す図

【図 8】

図 2 のモータ制御装置で実施される第 3 の運転範囲制限方法を示すフローチャート

【図 9】

第 3 の運転範囲制限方法に係るスイッチング素子の動作領域を示す図

【図 1 0】

図 2 のモータ制御装置で実施される第 4 の運転範囲制限方法を示すフローチャート

【図 1 1】

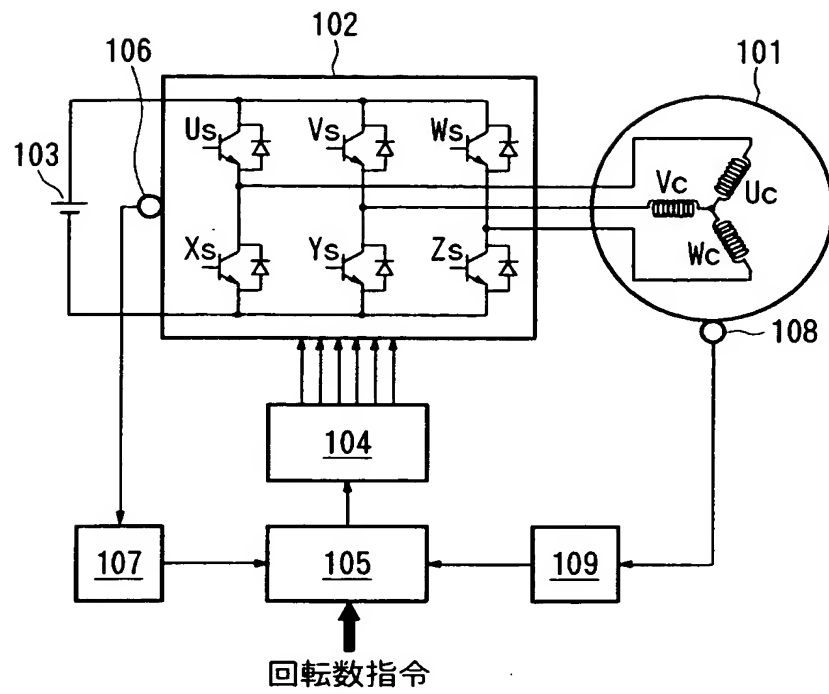
第 4 の運転範囲制限方法に係るスイッチング素子の動作領域を示す図

【符号の説明】

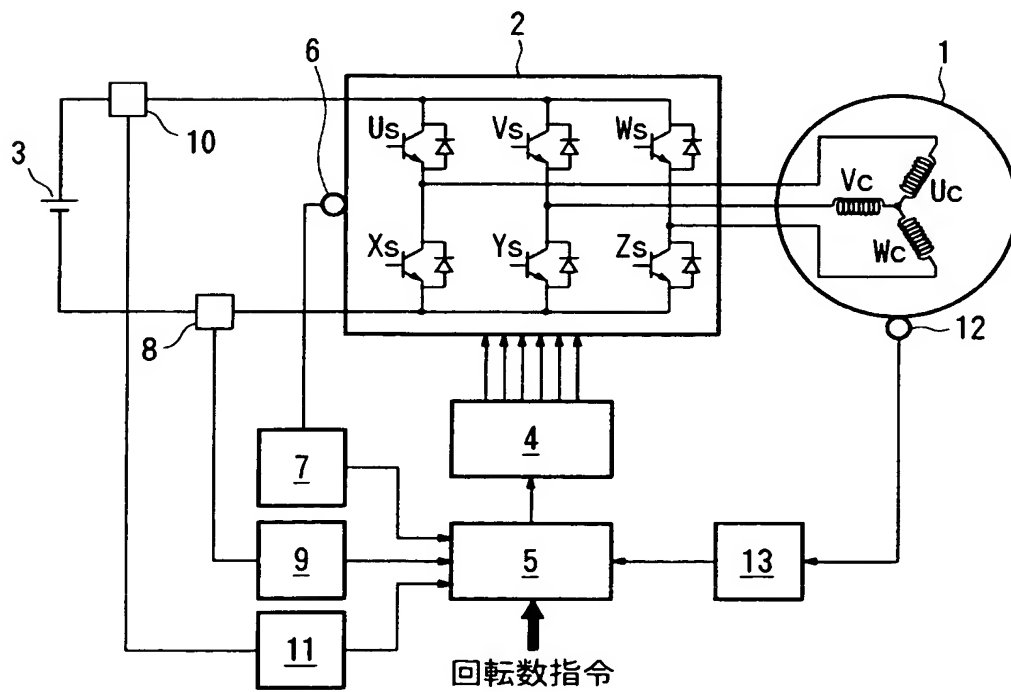
1…3 相ブラシレスモータ、2…インバータ部、3…直流電源、4…駆動部、5…制御部、6…温度センサ、7…温度検出部、8…電流センサ、9…電流検出部、10…電圧センサ、11…電圧検出部、12…軸位置センサ、13…軸位置検出部、 T_d …温度センサの検出温度、 T_1 …所定温度、 T_j …スイッチング素子の接合温度、 T_s …制限温度、 L_o …スイッチング素子の損失、 L_s …制限損失、 X_1 …接合温度制限線、 X_2 …損失制限線、 $OR_1 \sim OR_4$ …動作領域。

【書類名】 図面

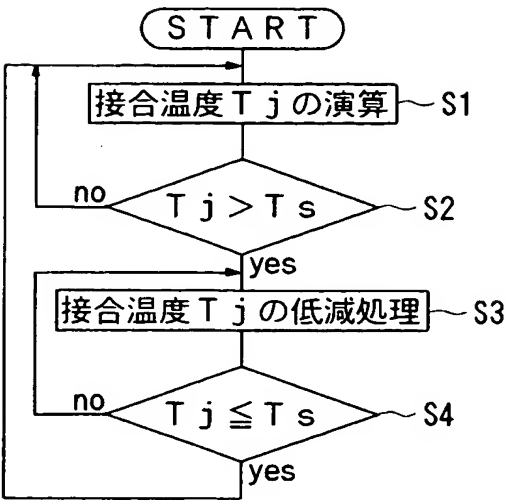
【図 1】



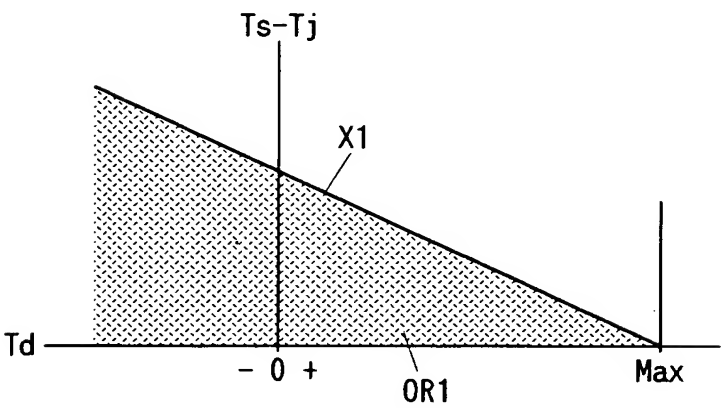
【図 2】



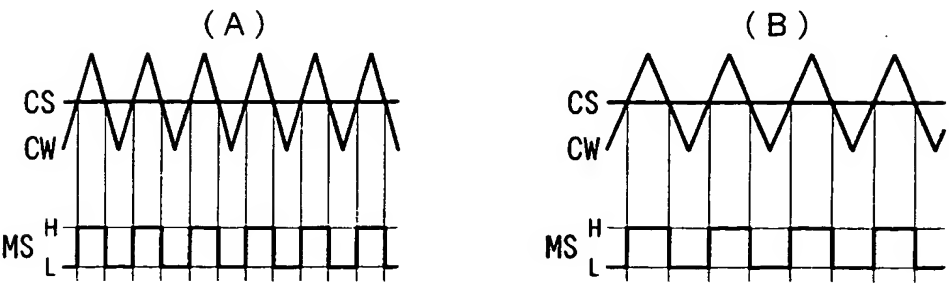
【図 3】



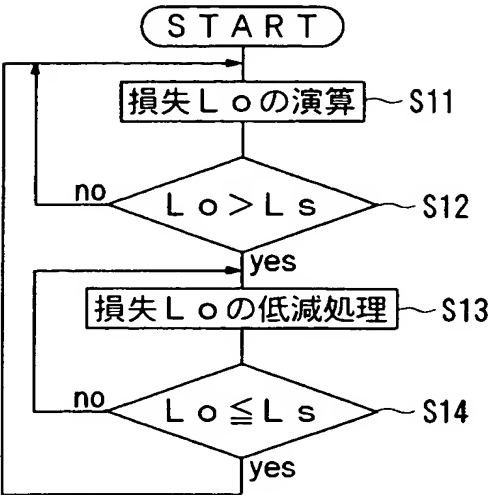
【図 4】



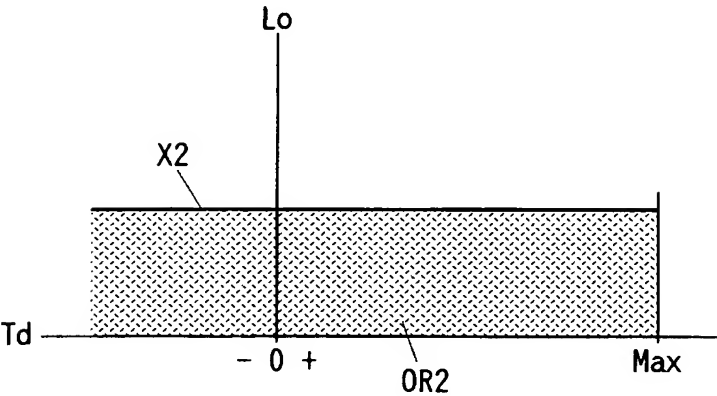
【図 5】



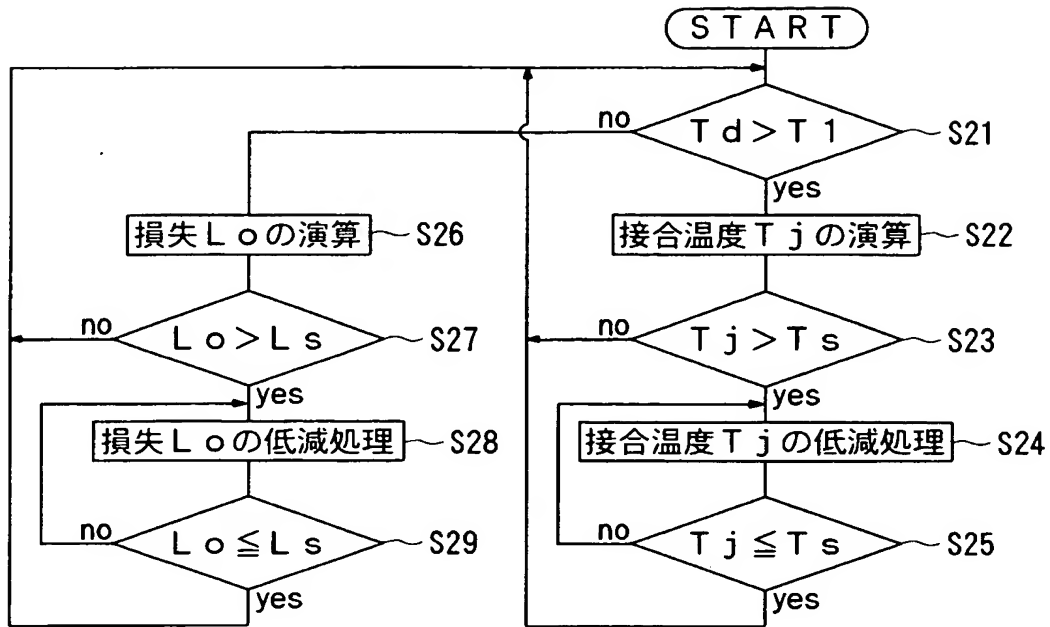
【図 6】



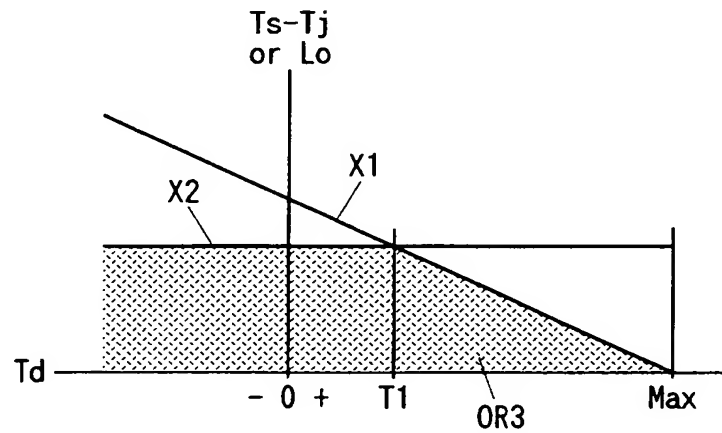
【図 7】



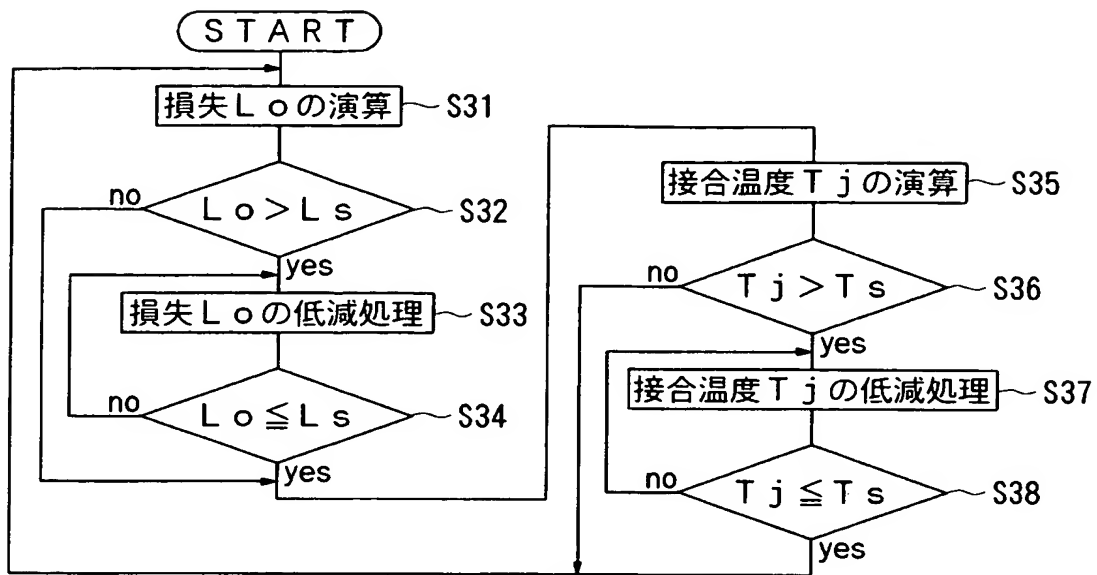
【図 8】



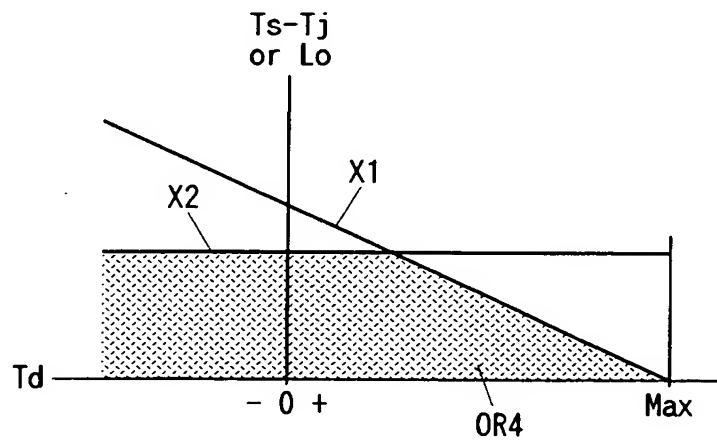
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 3 相インバータ等の電力変換部のスイッチング素子とその熱的限界まで活用することでモータの運転範囲を拡大することができるモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 予め設定された制限温度 T_s と演算された接合温度 T_j とを比較して、 $T_j > T_s$ のときには $T_j \leq T_s$ となるように接合温度 T_j の低減処理を行っているので、検出温度 T_d に拘わらずスイッチング素子 $U_s \sim Z_s$ をその使用限界温度 M_{ax} まで効率的に活用してモータ 1 の運転範囲を拡大することができる。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 3 7 6 4 7 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 8 4 5]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

群馬県伊勢崎市寿町 2 0 番地

氏 名

サンデン株式会社